

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02113589  
PUBLICATION DATE : 25-04-90

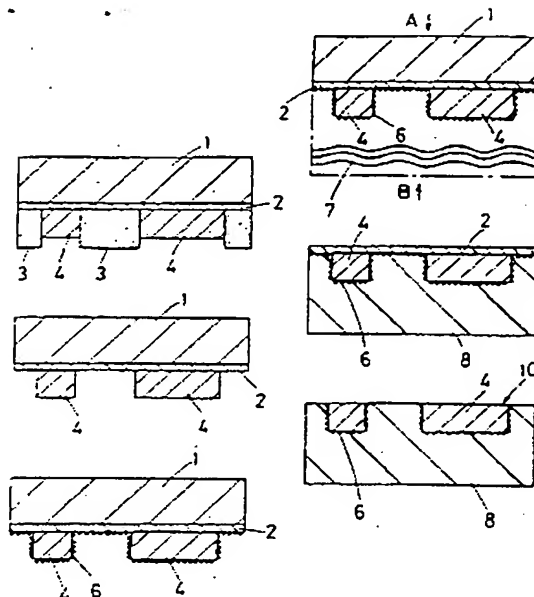
APPLICATION DATE : 22-10-88  
APPLICATION NUMBER : 63266620

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD;

INVENTOR : TONE KAORU;

INT.CL. : H05K 3/20

TITLE : MANUFACTURE OF PRINTED-WIRING BOARD



**ABSTRACT :** PURPOSE: To lessen the variability of the adhesion of conductor circuits to an insulating layer by a method wherein a plated resist is removed from a temporary substrate on which the conductor circuits are formed by a plating method to expose the whole surface, on which the circuits are formed, of the substrate, and after this whole surface is subjected to surface roughening treatment, the circuits and the layer are formed integrally with each other.

CONSTITUTION: Conductor circuits 4 are formed on a metal thin film 2 being exposed by electroplating. Then, a plated resist 3 is removed by peeling and the like to expose the whole surface, on which the circuits 4 are formed, of a temporary substrate 1 and the whole surface is subjected to surface roughening treatment. In this surface roughening treatment, fine coarse surfaces 6 are formed by an electroplating method. Moreover, an insulating layer material 7 is superposed on the side of the surface, on which the circuits 4 are formed, of the substrate 1, the circuits 4 and an insulating layer 8 are formed integrally with each other by molding press and the like and the substrate 1 is peeled. Thereby, the adhesion of the circuits 4 with the layer 8 is prevented from being changed by the density of the circuits 4.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-113589

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)4月25日

H 05 K 3/20

B

6736-5E

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 印刷配線板の製造方法

⑯ 特 願 昭63-266620

⑰ 出 願 昭63(1988)10月22日

⑱ 発 明 者	笠 井 与 志 治	大阪府門真市大字門真1048番地	松下電工株式会社内
⑲ 発 明 者	兼 子 醇 治	大阪府門真市大字門真1048番地	松下電工株式会社内
⑲ 発 明 者	戸 根 薫	大阪府門真市大字門真1048番地	松下電工株式会社内
⑳ 出 願 人	松下電工株式会社	大阪府門真市大字門真1048番地	
㉑ 代 理 人	弁理士 松本 武彦		

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

印刷配線板の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1 少なくとも表面が導電性を有する仮基板の前記表面上にめっきレジストを用いてめっき法により形成された導体回路を絶縁層と一体化して前記仮基板を剝離し、前記絶縁層に前記導体回路が転写されてなる印刷配線板を製造する方法において、前記導体回路の形成された仮基板から前記めっきレジストを除去することにより前記仮基板の導体回路形成面全面を露出させ、同導体回路形成面全面を粗面化処理したのち、前記絶縁層との一体化を行うことを特徴とする印刷配線板の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、いわゆる転写法を利用した印刷配線板の製造方法に関する。

(従来の技術)

転写法を利用した印刷配線板の製造方法の一例を第4図(a)~(f)に示す。導電性の仮基板1上に金属薄膜2をめっきにより形成する(第4図(a))。金属薄膜2の上に、めっきレジスト3のイメージング(imaging)により、形成しようとする導体回路と逆のネガパターンを作製し(すなわち、形成しようとする導体回路の裏返しのパターンで金属薄膜2が露出するように、金属薄膜2をめっきレジスト3で覆い)、露出している金属薄膜2の上に電気めっきにより導体回路4を形成する(第4図(b))。導体回路4の接着力を高めるため、導体回路4の表面に粗面化処理を施した(第4図(c))。後、めっきレジスト3を剝離除去する(第4図(d))。この粗面化処理は、電気めっきにより、導体回路4の表面に粗化めっき皮膜5を形成することにより行っている。つぎに、仮基板1の導体回路4形成面側に絶縁層材料7を重ね合わせて(第4図(e))、成形プレス(矢印A、Bで示す)等により、導体回路4と絶縁層8とを一体化し、仮基板1を剝離する(第4図(f))。表面の金属薄膜2を

## 特開平2-113589(2)

エッチング等により除去して印刷配線板 20 が得られる(第4図(8))。

このように、転写法を利用した印刷配線板の製造方法は、たとえば、導体回路を形成するためにエッチングを行わずにすむため、導体回路のサイドエッチングが発生せず、高密度の微細な回路パターンを形成できる点で優れている。しかも、導体回路4の底面に粗化めっき皮膜5が形成されているので、粗化めっき皮膜のない場合に比べると、導体回路4と絶縁層8との接着力が強くなっている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、上記従来の印刷配線板の製造方法は、導体回路の表面のみに、電気めっきによる粗面化処理を行っていたので、回路パターンが粗い部分ほど粗面化処理のためのめっきが多く施されることになり、下記①および②の問題点があった。

① 導体回路の表面を粗面化処理するための電気めっき時に、回路パターンの密度の大小により、電流密度分布(粗な部分へ電流が集中する傾向

がある)が発生し、その分布にしたがって粗面状態が異なるため、回路接着力が異なる。すなわち、回路パターン密度の高い部分は接着力が低く、回路パターン密度の低い部分は接着力が高くなる。

② 粗面化処理するための電気めっき時に、回路パターン密度の高い部分の接着力を高めようとすると、回路パターン密度の低い部分に粗化めっき皮膜が多くつきすぎる(第4図(9)に5aで示す)ため、粗面が大きくなりすぎるという欠点がある。このため、粗化めっき皮膜がレジストの厚みを越えて形成され、後の工程でめっきレジストを剝離できなくなるという問題点が発生する。

そこで、この発明は、導体回路と絶縁層との接着力が導体回路の粗密によりばらつくということを少なくすることができる印刷配線板の製造方法を提供することを課題とする。

(課題を解決するための手段)

上記課題を解決するため、この発明にかかる印刷配線の製造方法は、めっきレジストを用いてめ

っき法により導体回路が表面に形成された仮基板から前記めっきレジストを除去することにより前記仮基板の導体回路形成面全面を露出させ、同導体回路形成面全面を粗面化処理したのち、絶縁層との一体化を行うものとされている。

(作 用)

仮基板の導体回路形成面全面を露出させ、同導体回路形成面全面を粗面化処理するので、粗面化処理時に、被処理面に電流密度の分布が生じなくなり、粗面化処理が被処理面に均一に施される。これにより、導体回路の粗密に関わらず、導体回路表面が均一に粗面化される。したがって、導体回路のパターン密度の大小によって絶縁層との接着力が異なるということが防がれ、また、導体回路のパターン密度の低い部分に粗化めっき皮膜を厚く形成しなくてもすみ、めっきレジストの除去ができないということが防がれる。

(実 施 例)

つぎに、この発明にかかる印刷配線板の製造方法を、その実施例を表す図面を参照しながら詳しく

説明する。

第1図(a)～(e)は、この発明にかかる印刷配線板の製造方法の第1の実施例を工程順に模式的に表す。

まず、少なくとも表面が導電性である仮基板1の表面に剝離層となる金属薄膜2を形成する(第1図(a))。仮基板1としては、ステンレス、チタンなどの導電性の金属板が使用されるが、絶縁基体の表面に導電性の層を形成したものが使用されてもよい。これら導電性の金属板や層は、仮基板上に剝離層となる金属薄膜、導体回路などを電気めっきにより形成するときの電極として利用される。仮基板1は、必要に応じて、少なくとも導体回路を形成しようとする面を研磨、脱脂、酸処理などを適宜施してもよい。前記剝離層は、たとえば、仮基板1を電気めっきしたり、陽極電解処理や重クロム酸液浸漬処理等のはくり処理を行ったことにより形成される。

金属薄膜2の上に、めっきレジスト3のイメージングにより、形成しようとする導体回路と逆の

## 特開平2-113589(3)

ネガパターンを作製し（すなわち、形成しようとする導体回路の裏返しのパターンで金属薄膜2が露出するように、金属薄膜2をめっきレジスト3で覆い）、露出している金属薄膜2の上に電気めっきにより導体回路4を形成する（第1図(n)）。

つぎに、めっきレジスト3を剝離などにより除去し、仮基板1の導体回路形成面全面を露出させる（第1図(o)）。そして、仮基板1の導体回路形成面全面を粗面化处理する（第1図(p)）。この粗面化处理では、電気めっきなどのめっき法により、微細な粗面6を形成するのである。

仮基板1の導体回路4形成面側に絶縁層材料7を重ね合わせて（第1図(q)）、成形プレス（矢印A、Bで示す）等により、導体回路4と絶縁層8とを一体化し、仮基板1を剝離する（第1図(r)）。表面の金属薄膜2および微細な粗面6をエッチング等により除去して印刷配線板10が得られる（第1図(s)）。この微細な粗面6は、エッチングにより十分に除去され、隣り合う導体回路4間の絶縁不良といった問題を生じない。

第2次粗面化处理の後、第1の実施例と同様にして印刷配線板11を得る（第2図(t)→(u)→(v)）。

また、導体回路の全体を第1次粗面化处理により形成した粗化めっき皮膜5とするようにしてもよい。

上記第2の実施例は、第1次粗面化处理も行っているので、導体回路と絶縁層との接着力は、第1の実施例と比べると、導体回路のパターン密度によりややばらつくことがあるが、大きくなっている。また、最終工程の剝離層（金属薄膜）のエッチング除去が容易になるという利点もある。

第2次粗面化处理に続いて、接着力の耐熱・耐薬品性を向上させる亜鉛めっき、クロメート処理を実施してから絶縁層を形成するようにしてもよい。このようにすると、導体回路と絶縁層との接着力が、熱や薬品に対して劣化しにくくなるので好ましい。

第2次粗面化处理を複数回行って、導体回路と絶縁層との接着力をさらに向上させることもでき

る。第2図(w)～(n)は、この発明の第2の実施例を工程順に模式的に表す。導体回路4の形成までは、上記第1の実施例と同様に行う。第2図中、第1図と同じものには同じ番号、記号を付している。形成された導体回路4の表面に粗面化处理を施した（第2図(c)）後、めっきレジスト3を剝離除去して仮基板1の導体回路形成面全面を露出させる（第2図(d)）。以下、導体回路4表面のみに施す粗面化处理を「第1次粗面化处理」と言う。第1次粗面化处理は、たとえば、電気めっきにより、導体回路4の表面に粗化めっき皮膜5を形成することにより行っている。そして、仮基板1の導体回路形成面全面を粗面化处理する（第2図(e)）。以下、仮基板1の導体回路形成面全面に施す粗面化处理を「第2次粗面化处理」と言う。第2次粗面化处理では、第1次粗面化处理で形成された、第3図(a)にも見るような比較的粗い粗化めっき皮膜5および金属薄膜2の上に、電気めっきなどのめっき法により、第3図(b)にもみるようなより微細な粗面6を形成するのである。

第2次粗面化处理を複数回行う場合、同じ方法で粗面化处理を行ってもよいし、異なった粗面化处理を行ってもよい。後者の場合、たとえば、エッチングにより仮基板の導体回路形成面全面を粗面化したのち、さらに電気めっきにより粗面化するという方法が採られる。

この発明では、第1次粗面化处理、第2次粗面化处理は、いずれも、一般的な粗化めっきにより行うことができるが、エッチング（たとえば、浸漬、スプレーまたは電解）など他の方法により行ってもよい。被処理面に通電する場合には、電気めっきを行う場合と同じ効果が得られる。

第1次粗面化处理は、たとえば、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を10～250 g/l、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ を10～250 g/l、必要に応じて、少量のPEG（ポリエチレングリコール）系添加剤、60ppm程度の塩化物イオン（ $\text{Cl}^-$ ）などを含む適当な配合のめっき液を調製し、電流密度2 A/dm<sup>2</sup>程度、エア－攪拌しながら電気めっきで銅を粗面状に析出することにより行われる。 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は、多いほど高電流密度

## 特開平2-113589(4)

でめっき可能になるが、多すぎると均一電着性が劣ることがあるので、70 g/l程度が好ましい。H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は多いほど均一電着性良好であるが、多すぎるとCuSO<sub>4</sub>を多く入れられないことがあるので、180 g/l程度が適当である。PEG系添加剤を添加すると微細回路溝への析出性が向上する。

第2次粗面化処理は、たとえば、CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>Oを10～250 g/l、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を10～250 g/l、必要に応じて、HNO<sub>3</sub>を10～200 g/l、20 ppm程度の塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)などを含む適当な配合のめっき液を調製し、第1次粗面化処理よりも高電流密度、たとえば、5 A/dm<sup>2</sup>程度で攪拌せずに3分間程度電気めっきして銅を微細な粗面として析出することにより行われる。CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>Oは、多いほど高い電流密度でめっき可能になるが、多すぎると均一電着性が劣ることがあるので、50 g/l程度が好ましい。H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は、多いほど均一電着性良好であるが、多すぎるとCuSO<sub>4</sub>を多く入れられないことがあるので、100 g/l

程度が適当である。HNO<sub>3</sub>を添加すると微細な粗面を形成する条件範囲が広がるので、めっきの条件管理がしやすくなる。HNO<sub>3</sub>は、多いほど高電流密度でのめっきが可能になるが、腐食性があるので作業環境との兼ね合いを考慮して添加量を設定するのが好ましく、30 g/l程度が適当である。塩化物イオンは、少ないほど高電流密度でのめっきが可能になり、10 ppm程度が適当である。また、第2次粗面化処理のめっき時に、攪拌を行う場合には、上記電流密度よりもさらに高い電流密度にする必要がある。工業的には、このようにして第2次粗面化処理を行うのが適切である。

第1次または第2次粗面化処理のためのめっきを行う場合、めっき液を攪拌することがあるが、その攪拌方法は限定されない。たとえば、エアークロッキングしたり、めっき液をめっき槽内外で循環させてめっき槽外で攪拌したりすることが可能である。めっき液をめっき槽内外で循環させる場合には、めっき槽へのめっき液の流入口、めっき槽から

のめっき液の流出口をそれぞれ、めっき液がめっき対象面に沿って流れるように配置してもよい。また、めっき方法も上述のものに限られず、めっき金属のめっき液への供給方法も特に限定はない。

前記絶縁層材料7としては、たとえば、樹脂を繊維質基材に含浸させてなるブリアレグ、樹脂のフィルムまたはシートなどが使用される。また、絶縁層材料7を重ね合わせて成形プレスするという方法で導体回路4と絶縁層8とを一体化する必要はなく、たとえば、仮基板をその導体回路形成面がキャビティー内に向くようにしてキャビティーに配置し、樹脂をキャビティー内に入れて成形して絶縁層8を作るとともに、導体回路4と絶縁層8を一体化するようにしてもよい。

なお、この発明は上記実施例に限定されない。たとえば、導体回路は、全体的に同一の材料で作られている必要はなく、ボンディング部分を別の導電性材料で作るようにしてもよい。

以下に、この発明の具体的な実施例および比較

例を示すが、この発明は、下記具体的な実施例に限定されない。

## —実施例1—

上記第1の実施例にしたがって印刷配線板を作った(第1図(a)～(d))。

ビニールの粘着テープをマスキングテープとして用い、同マスキングテープを貼りつけて片面をマスキングした厚み1.0 mmのステンレス板(仮基板1)に光沢硫酸銅めっきを施し、同ステンレス板のマスキングしていない方の片面に厚み4.5 μmの銅皮膜(金属薄膜2)を形成した。この光沢硫酸銅めっきは、つぎの条件で行った。

## めっき液の組成

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> … 180 g/l

CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>O … 75 g/l

0.5N-HCl … 3 ml/l

光沢剤(上村工業株式会社製のプリント板ス

ルホールめっき用光沢剤商標AC-

90) … 5 ml/l

電流密度 … 2 A/dm<sup>2</sup>

## 特開平2-113589(5)

通電時間…10分間

めっき液の温度…25℃

得られた銅皮膜の上に、めっき用ドライフィルム（東京応化工業株式会社製のプリント板めっき用ネガ型光硬化性レジスト樹脂商標オーディルAP938）（めっきレジスト3）を用いて、形成しようとする導体回路パターンの裏返しのパターンで銅皮膜が露出するように、ネガパターンを形成した。

さらに、光沢硫酸銅めっきを行い、前記露出した銅皮膜の上に、厚み30μmのパターンめっき回路（導体回路4）を形成した。この光沢硫酸銅めっきは、下記の条件で行った。

めっき液の組成

$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdots 180 \text{ g/l}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdots 75 \text{ g/l}$

$0.5\text{N-HCl} \cdots 3 \text{ ml/l}$

光沢剤（上村工業株式会社製のプリント板スルホールめっき用光沢剤商標AC-90）…5ml/l

電流密度…2A/dm<sup>2</sup>

通電時間…60分間

めっき液の温度…25℃

つぎに、5重量%の水酸化ナトリウム水溶液によりレジストを除去してステンレス板のパターンめっき回路の形成された方の片面全面を露出させ、この面全面に、硫酸銅粗化めっきにより粗面化めっき（第2次粗面化処理）を行って微細な粗面6を形成した。この硫酸銅粗化めっきは、下記の条件で行った。

めっき液の組成

$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdots 100 \text{ g/l}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdots 50 \text{ g/l}$

$0.5\text{N-HCl} \cdots 1 \text{ ml/l}$

$\text{HNO}_3 \cdots 30 \text{ g/l}$

電流密度…5A/dm<sup>2</sup>

通電時間…5分間

めっき液の温度…25℃

全面に粗面化めっきの施された面にFR-4（NEMA規格）のプリプレグ（エポキシ樹脂をガ

ラス布基材に含浸させてなるもの）（絶縁層材料7）を重ね合わせて、温度170℃、圧力30kgf/cm<sup>2</sup>、時間90分間の条件で加熱加圧成形し、一体化した。これにより、ステンレス板上に、銅皮膜を介して、導体回路が基板（絶縁層8）に埋め込まれてなる積層板が形成された。この積層板を銅皮膜とともに、ステンレス板から引き剥がしたのち、表面の銅皮膜を過硫酸ナトリウムエッチング液により除去し、印刷配線板10を得た。

#### —実施例2—

上記第2の実施例にしたがって印刷配線板を作った（第2図(a)~(h)）。

導体回路4の形成までは実施例1と同様に行った。

導体回路4形成後、めっきレジスト3を除去せずに、つぎの条件で1次硫酸銅粗化めっき（第1次粗面化処理）を行い、パターンめっき回路の表面に厚み8μmの粗化めっき皮膜5を形成した。

めっき液の組成

$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdots 180 \text{ g/l}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdots 75 \text{ g/l}$

$0.5\text{N-HCl} \cdots 3 \text{ ml/l}$

添加剤（上村工業株式会社製ポリエチレングリコール系添加剤商標AC-90P）…5ml/l

電流密度…2A/dm<sup>2</sup>

通電時間…15分間

めっき液の温度…25℃

攪拌…一般的なエア-攪拌条件

つぎに、5重量%の水酸化ナトリウム水溶液によりレジストを除去してステンレス板のパターンめっき回路の形成された方の片面全面を露出させ、この面全面に、2次硫酸銅粗化めっき（第2次粗面化処理）により粗面化めっきを行って、粗化めっき皮膜5および金属薄膜2表面に微細な粗面6を形成した。2次硫酸銅粗化めっきは、下記の条件で行った。

めっき液の組成

$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdots 100 \text{ g/l}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdots 50 \text{ g/l}$

## 特開平2-113589(6)

0.5N-HCl... 1 ml / 枚

HNO<sub>3</sub>... 3.0 g / 枚電流密度... 5 A / dm<sup>2</sup>

通電時間... 3 分間

めっき液の温度... 25℃

全面に粗面化めっきの施された面にFR-4 (NEMA規格) のプリプレグ (エポキシ樹脂をガラス布基材に含浸させてなるもの) (絶縁層材料7) を重ね合わせて、温度170℃、圧力30 kgf / cm<sup>2</sup>、時間90分間の条件で加熱加圧成形し、一体化した。これにより、ステンレス板上に、銅皮膜を介して、導体回路4が基板(絶縁層8)に埋め込まれてなる積層板が形成された。この積層板を銅皮膜とともに、ステンレス板から引き剥がしたのち、表面の銅皮膜を過硫酸ナトリウムエッチング液により除去し、印刷配線板11を得た。

## —比較例—

実施例2において、2次硫酸銅粗化めっきをレジストを除去せずに行ったこと以外は、実施例2と同様にして印刷配線板を得た。2次硫酸銅粗化

めっきは、パターンめっき回路の表面のみに施された。

仮基板の導体回路形成面の裏面のマスキングは、転写成形後もそのままにして、転写成形を繰り返すことができた。なお、転写成形を繰り返す場合、導体回路を剝離した面は研磨再生することが好ましい。最初の転写成形に入る前にも仮基板の導体回路を形成しようとする面を研磨することが好ましい。

実施例1、2および比較例で得られた各印刷配線板について、導体回路の粗な部分(回路幅1mm、回路同士の間隔10mm)での導体回路の剝離強度と、密な部分(回路幅1mm、回路同士の間隔1mm)での導体回路の剝離強度とを調べた。測定方法は、JIS規格C6481に準じた方法で、引張試験機を用いて90°方向の引き剥がし強度を測定し、1cm幅あたりに換算した。単位はkgf / cmである。結果を第1表に示した。

第 1 表

	導体回路の剝離強度 (kgf / cm)	
	粗の部分	密の部分
実施例1	1.80	1.75
実施例2	2.25	2.10
比較例	2.50	1.35

第1表からわかるように、各実施例で得られた印刷配線板は、導体回路の粗密による接着力の違いが小さい。比較例のものは、導体回路の粗密による接着力の違いが非常に大きい。また、実施例の中でも、第1次粗化処理を行った実施例2の方が、それを行っていない実施例1よりも接着力が大きいことがわかる。

## 〔発明の効果〕

以上に述べたように、この発明にかかる印刷配線板の製造方法は、転写法を利用したものにおいて、導体回路と絶縁層との接着力が、導体回路の粗密によってあまり変化しない印刷配線板が得られる。

## 4. 図面の簡単な説明

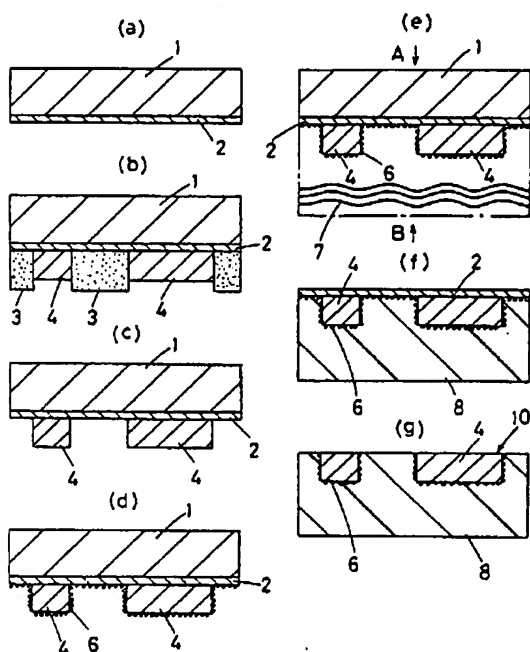
第1図(a)~(n)はこの発明の印刷配線板の製造方法の第1の実施例を工程順に模式的に表す断面図、第2図(a)~(n)はこの発明の印刷配線板の製造方法の第2の実施例を工程順に模式的に表す断面図、第3図(a)および(b)は第1次粗面化処理による粗化めっき皮膜と第2次粗面化処理による微細な粗面を拡大して模式的に表す断面図、第4図(a)~(n)は従来の1例を工程順に模式的に表す断面図である。

1...仮基板 3...めっきレジスト 4...導体回路  
5...粗化めっき皮膜 6...微細な粗面 8...絶縁層  
10, 11...印刷配線板

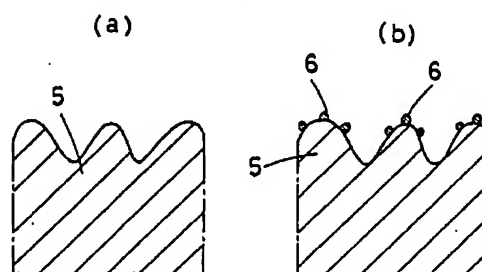
代理人 弁理士 松本 武彦

## 特開平2-113589(7)

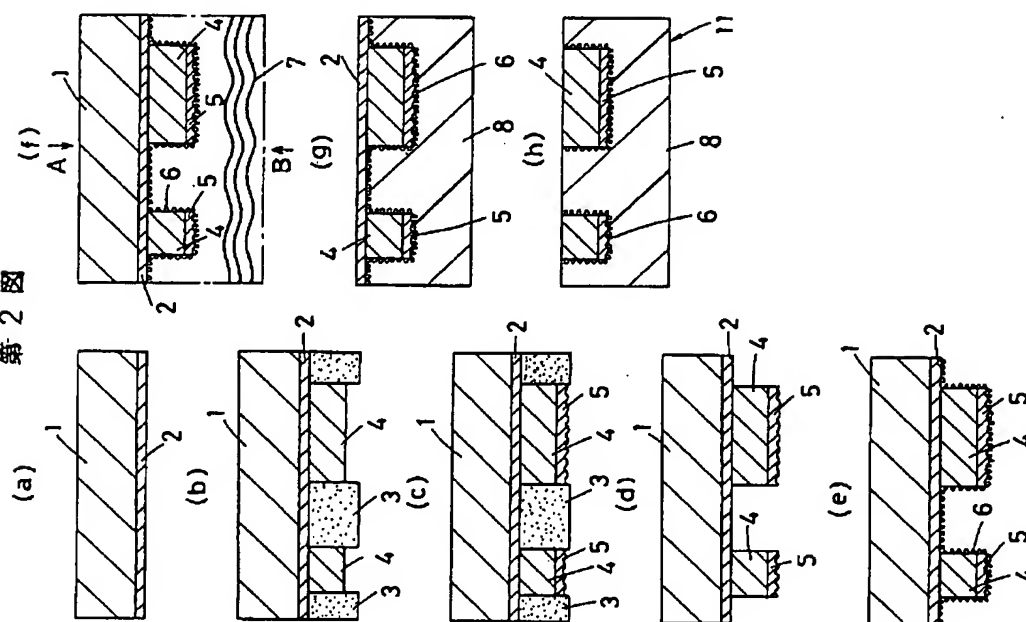
第 1 図



第 3 図



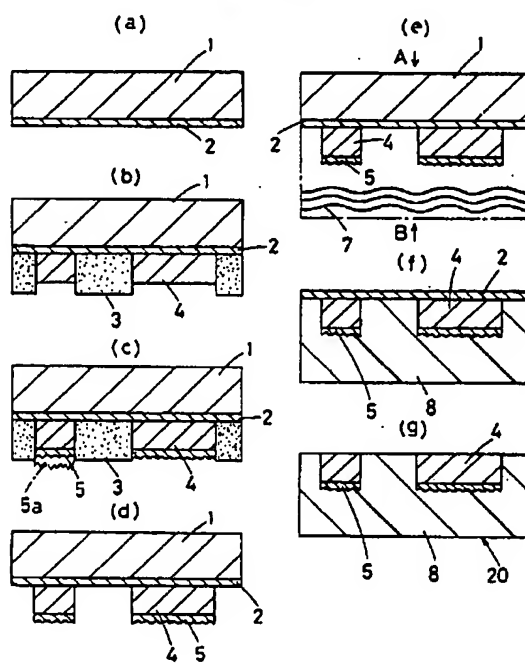
第 2 図





特開平2-113589(8)

第 4 圖



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ ~~SKewed/SLANTED IMAGES~~
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**